

ชื่อโครงการ : เครื่องย่อยเอนกประสงค์อบแห้ง

ผู้จัดทำ 1. สามเณรธิดศักดิ์ ชัดศิริ

2. สามเณรศุภเชษฐ์ มุลเทพ

3. สามเณรอนพัทธ์ นวนดี

ครูที่ปรึกษาโครงการ นายพิทักษ์ สุขยิ่ง, นางสาวพัชรีย์ ชัดศิริ

1. ที่มาและความสำคัญ

ปัญหาขยะอินทรีย์และของเหลือใช้ทางการเกษตรที่มีความชื้นสูง ก่อให้เกิดมลพิษ การเน่าเสีย และก๊าซเรือนกระจก อีกทั้งการจัดการแบบดั้งเดิมยังใช้เวลานานและขาดพื้นที่ คณะผู้จัดทำจึงออกแบบ "เครื่องย่อยเอนกประสงค์อบแห้ง" ที่รวมการลดขนาดและการลดความชื้นไว้ในเครื่องเดียว เพื่อลดปริมาตรและย่อยสลายของเสียได้อย่างรวดเร็ว โดยใช้ GOGO Board เป็นระบบควบคุมอัตโนมัติในการจัดการอุณหภูมิและการกวนวัสดุอย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยเปลี่ยนขยะเป็นทรัพยากรที่นำไปใช้ประโยชน์ต่อได้ง่าย และเป็นการประยุกต์ใช้ STEM เพื่อแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องย่อยเอนกประสงค์อบแห้งที่ลดความชื้นและปริมาตรของเศษอินทรีย์ได้
2. เพื่อประยุกต์ใช้ GOGO Board ในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าและโปรแกรมการทำงาน
3. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการลดความชื้นของวัตถุดิบหลังการย่อย

3. สมมติฐาน

เครื่องย่อยเอนกประสงค์อบแห้งที่ควบคุมด้วย GOGO Board สามารถ ลดน้ำหนักและปริมาตร ของเศษอินทรีย์ได้ มากกว่า การย่อยสลายแบบธรรมชาติ ในช่วงระยะเวลาการทดลองที่กำหนด

4. ประโยชน์ที่พึงได้รับ

1. ได้เครื่องย่อยเศษอาหารต้นแบบสำหรับใช้ในครัวเรือนหรือโรงเรียน ซึ่งเป็นทางเลือกในการจัดการขยะอินทรีย์อย่างยั่งยืน
2. สามารถนำผลผลิตที่ผ่านการอบแห้ง (ซึ่งมีปริมาตรน้อยลงและกลืนน้อยลง) ไปใช้ในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์หรืออาหารสัตว์ที่สามรถเก็บไว้ได้นานต่อได้ง่ายขึ้น
3. ได้รับทักษะและความรู้ในการประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (การเขียนโปรแกรม GOGO Board และอิเล็กทรอนิกส์) เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง

5.วัสดุและอุปกรณ์

การดำเนินการผลิตเครื่องยoyoเนกประสงค์อบแห้ง มีการใช้วัสดุและอุปกรณ์ ดังนี้

- | | |
|---------------------------|-------------------------|
| 1. ถังสแตนเลสขนาด 10 ลิตร | 2. ใบมีด |
| 3. มอเตอร์ | 4. ฝาหม้ออบลมร้อน |
| 5. รีเลย์ | 6. ปลั๊กไฟ |
| 7. สายไฟ | 8. GOGO Board |
| 9. ตะแกรง | 10. ตู้ไฟ |
| 11. บัดกรี | 12. เซนเซอร์วัดความชื้น |

6. ขั้นตอนการดำเนินงาน

6.1 ขั้นตอนในการออกแบบและสร้างเครื่องยoyoเนกประสงค์อบแห้ง

ขั้นตอนการทำงานของเครื่องยoyoเนกประสงค์อบแห้ง (ควบคุมโดย GOGO Board) กระบวนการเพื่อควบคุมการปั่น, การกวน, การให้ความร้อน (อบแห้ง), และการจับเวลาอย่างมีประสิทธิภาพ มีดังนี้

1. ชั่งน้ำหนักเศษอินทรีย์ (วัตถุดิบ)
2. การป้อนเศษอินทรีย์

การทำงาน: ผู้ใช้ป้อนเศษอินทรีย์ (วัตถุดิบ) เข้าไปในเครื่อง

GOGO Board: (สถานะเตรียมพร้อม) ยังไม่ทำงาน รอรับคำสั่ง "เริ่ม" จากผู้ใช้

3. การเริ่มต้นและการตั้งค่าควบคุม

การทำงาน: ผู้ใช้สั่งเริ่มการทำงานของเครื่องโดยกดปุ่ม

GOGO Board:

เริ่มต้นโปรแกรมควบคุม: เปิดใช้งานโปรแกรมที่ตั้งไว้

ตั้งค่าพารามิเตอร์: กำหนดค่าเริ่มต้นของระบบ ได้แก่

- รอบการปั่นย่อย: ปั่นย่อย 5 นาที
- การทำงานของเทอร์โมสตัท: ควบคุมอุณหภูมิและการอบแห้งสามารถปรับอุณหภูมิเป้าหมาย

ตามที่ใช้ต้องการได้

- รอบการปั่นย่อยกวน: ระบบกวนทุกๆ 2 นาที ตลอดการทำงาน
- ระยะเวลาทำงานทั้งหมด: ตามความชื้นที่ต้องการ

4. การสิ้นสุดกระบวนการ

การทำงาน: เมื่อกระบวนการดำเนินไปจนถึงระดับความชื้นที่กำหนดไว้

GOGO Board: การสั่งหยุด

- เงื่อนไข: ระดับความชื้น
- การหยุด (Output): สั่ง หยุด การทำงานของอุปกรณ์ทั้งหมดทันที เช่น Heater และ มอเตอร์กวน

- ข้อมูลการทำงาน: ข้อมูลเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง ความชื้น อุณหภูมิที่ใช้อบแห้ง และน้ำหนักสุดท้ายของเศษอินทรีย์ จะถูกบันทึกไว้ เพื่อนำไปใช้วิเคราะห์และประเมินประสิทธิภาพของเครื่อง

6.2 ขั้นตอนในการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องย่อยเอนกระสค์อบแห้ง โดยวัดจากน้ำหนักเศษอินทรีย์ (วัตถุดิบ)

ขั้นตอนที่ 1: การเตรียมวัตถุดิบสำหรับการทดสอบ ในแต่ละครั้งของการทดสอบ จะต้องเตรียมเศษผัก/เศษอาหารตามชนิดและปริมาณที่กำหนดไว้

การเตรียมวัตถุดิบ: จัดเตรียมเศษผัก/เศษอาหาร 3 ชุด ได้แก่

ชุดที่ 1 เศษอาหาร 1,000 กรัม ประกอบด้วย

- ใบกะหล่ำปลี: 500 กรัม
- เปลือกไข่: 200 กรัม
- เศษอาหาร 300 กรัม

ชุดที่ 2 เศษอาหาร 1,500 กรัม ประกอบด้วย

- ใบกะหล่ำปลี: 800 กรัม
- เปลือกไข่: 200 กรัม
- เศษอาหาร 500 กรัม

ชุดที่ 3 เศษอาหาร 2,000 กรัม ประกอบด้วย

- ใบกะหล่ำปลี: 1000 กรัม
- เปลือกไข่: 200 กรัม
- เศษอาหาร 800 กรัม

ขั้นตอนที่ 2: การดำเนินการย่อย/กวน และอบแห้ง

ขั้นตอนนี้ใช้โปรแกรมควบคุมจาก GOGO Board และทำการทดสอบซ้ำตามอุณหภูมิที่กำหนด

1. การตั้งค่าอุณหภูมิ: ตั้งค่าเทอร์โมสตัทให้ควบคุม Heater ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน 2 ระดับ เพื่อหาประสิทธิภาพสูงสุด โดยทำการทดสอบ 2 ครั้ง ได้แก่

- อุณหภูมิ 175 °C
- อุณหภูมิ 225 °C

2. การปั่นย่อยเริ่มต้น: นำวัตถุดิบใส่ในเครื่อง และเริ่มการปั่นย่อย/กวน ด้วยมอเตอร์ เป็นเวลา 5 นาที ตามการตั้งค่าของ GOGO Board เพื่อลดขนาดและเพิ่มพื้นที่ผิว

3. การดำเนินการอบแห้ง: GOGO Board สั่งเปิดใช้งาน Heater และระบบควบคุมอุณหภูมิ

4. การปั่นกวนระหว่างอบแห้ง: GOGO Board สั่งให้มอเตอร์กวนทำงาน ทุก 2 นาที เพื่อให้วัตถุดิบได้รับความร้อนอย่างสม่ำเสมอและทั่วถึง

5. ระยะเวลาดำเนินการ: ดำเนินการอบแห้งและกวนต่อเนื่อง จนกว่าความชื้นของวัตถุดิบอยู่ที่ 200 %

6. การสั่งหยุด: เมื่อความชื้นของวัตถุดิบอยู่ที่ 200 % GOGO Board สั่งหยุดการทำงานของอุปกรณ์ทั้งหมด Heater และมอเตอร์กวนทันที

ขั้นตอนที่ 3: การวัดผลและคำนวณประสิทธิภาพ

เมื่อสิ้นสุดกระบวนการอบแห้งในแต่ละชุดการทดสอบ:

1. ระยะเวลาการทำงาน : จับเวลาในการทำงานของแต่ละรอบ
2. การชั่งน้ำหนักสุดท้าย: นำวัตถุดิบที่ผ่านการอบแห้งออกจากเครื่องและชั่งน้ำหนักสุดท้าย (น้ำหนักหลังอบแห้ง)
- 3 . การคำนวณปริมาณความชื้นที่ลดได้:
 - ปริมาณความชื้นที่ลดได้ (g) = น้ำหนักเริ่มต้น - น้ำหนักหลังอบแห้ง
4. การคำนวณเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ลดได้:
 - เปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ลดได้ (%) = (ปริมาณความชื้นที่ลดได้ / น้ำหนักเริ่มต้น) × 100
5. การบันทึกผล: บันทึกผลลัพธ์ที่ได้จากทั้ง 6 ชุดการทดสอบ เพื่อนำไปวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเวลา อุณหภูมิ และความชื้น

7. ผลการทดสอบ

จากข้อมูลที่ได้จากการทดสอบเครื่องย่อยเอนกประสงค์อบแห้ง สามารถสรุปผลการทดสอบตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ได้ดังนี้

ด้านการทดสอบประสิทธิภาพในการลดความชื้น การย่อยและอบแห้งเศษผัก / เศษอาหาร

การทดสอบครั้งที่ 1 กำหนดเทอร์โมสแตตให้อุณหภูมิที่ 175 °C

ชุดที่ 1 เศษอาหาร 1,000 กรัม ประกอบด้วย ใบกะหล่ำปลี: 500 กรัม เปลือกไข่: 200 กรัม และเศษอาหาร 300 กรัม

ชุดที่ 2 เศษอาหาร 1,500 กรัม ประกอบด้วย ใบกะหล่ำปลี: 800 กรัม เปลือกไข่: 200 กรัม และเศษอาหาร 500 กรัม

ชุดที่ 3 เศษอาหาร 2,000 กรัม ประกอบด้วย ใบกะหล่ำปลี: 1000 กรัม เปลือกไข่: 200 กรัม และเศษอาหาร 800 กรัม

ผลการทดสอบดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การย่อยและอบแห้งเศษผัก / เศษอาหาร

ครั้งที่	อุณหภูมิ (°C)	น้ำหนักเริ่มต้น (g)	น้ำหนักแห้งสุดท้าย (g)	ปริมาณความชื้นที่ลดได้ (g)	เปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ลดได้ (%)	เวลา
1	175	1,000	440	650	56	40 นาที
2	175	1,500	725	780	52	1 ชั่วโมง 25 นาที
3	175	2,000	890	1,110	55.5	1 ชั่วโมง 45 นาที

จากตารางพบว่า ประสิทธิภาพในการลดความชื้น มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ลดได้ยังคงอยู่ในเกณฑ์ใกล้เคียงกันคือประมาณ 52% – 56 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและเวลาเมื่อน้ำหนักมากระยะเวลาที่ใช้ในการทำให้แห้งจะเพิ่มขึ้นตามไปด้วยอย่างเห็นได้ชัดระยะเวลาที่ใช้ในการทำให้แห้งจะเพิ่มขึ้นตามไปด้วยอย่างเห็นได้ชัด น้ำหนัก 1,000 g ใช้เวลา 40 นาที น้ำหนัก 1,500 g ใช้เวลา 1 ชั่วโมง 25 นาที น้ำหนัก 2,000 g ใช้เวลา 1 ชั่วโมง 45 นาที

การทดสอบครั้งที่ 2 กำหนดเทอร์โมสตัทให้อุณหภูมิที่ 225 °C การย่อยและอบแห้งเศษผัก / เศษอาหาร

ชุดที่ 1 เศษอาหาร 1,000 กรัม ประกอบด้วย ใบกะหล่ำปลี: 500 กรัม เปลือกไข่: 200 กรัม และเศษอาหาร 300 กรัม

ชุดที่ 2 เศษอาหาร 1,500 กรัม ประกอบด้วย ใบกะหล่ำปลี: 800 กรัม เปลือกไข่: 200 กรัม และเศษอาหาร 500 กรัม

ชุดที่ 3 เศษอาหาร 2,000 กรัม ประกอบด้วย ใบกะหล่ำปลี: 1000 กรัม เปลือกไข่: 200 กรัม และเศษอาหาร 800 กรัม

ผลการทดสอบดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การย่อยและอบแห้งพืชอาหารสัตว์

ครั้งที่	อุณหภูมิ (°C)	น้ำหนักเริ่มต้น (g)	น้ำหนักแห้งสุดท้าย (g)	ปริมาณความชื้นที่ลดได้ (g)	เปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ลดได้ (%)	เวลา
1	225	1,000	320	680	68	30 นาที
2	225	1,500	490	1,010	67.33	1 ชั่วโมง 10 นาที
3	225	2,000	620	1,380	69	1 ชั่วโมง 35 นาที

จากตารางพบว่า ประสิทธิภาพในการลดความชื้น มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ลดได้ยังคงอยู่ในเกณฑ์ใกล้เคียงกันคือประมาณ 67.33% – 69% ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและเวลา เมื่อน้ำหนักมากระยะเวลาที่ใช้ในการทำให้แห้งจะเพิ่มขึ้นตามไปด้วยอย่างเห็นได้ชัด น้ำหนัก 1,000 g ใช้เวลา 40 นาที น้ำหนัก 1,500 g ใช้เวลา 1 ชั่วโมง 25 นาที น้ำหนัก 2,000 g ใช้เวลา 1 ชั่วโมง 45 นาที

8. อภิปรายผล

จากการสรุปผลการทดสอบเครื่องย่อยเอนกประสงค์อบแห้ง สามารถนำมาอภิปรายได้ดังนี้

1. ด้านการออกแบบและสร้างเครื่อง

การออกแบบและสร้างเครื่องย่อยเอนกประสงค์อบแห้ง ได้บรรลุตามวัตถุประสงค์หลักคือการลดความชื้นและลดปริมาณของเศษอินทรีย์ ซึ่งกลไกที่ใช้ได้แก่ การใช้มอเตอร์ปั่นย่อยและกวนวัตถุดิบเป็นกลไกที่สำคัญในการลดขนาดอนุภาคและ เพิ่มพื้นที่ผิว ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพในการอบแห้ง การมีพื้นที่ผิวที่มากขึ้นทำให้อากาศสามารถระบายออกจากวัสดุได้ง่ายและเร็วขึ้นตามหลักการของการถ่ายเทความร้อนและมวล การใช้ Heater ควบคุมด้วยเทอร์โมสตัทเป็นการประยุกต์ใช้ความร้อนเพื่อกำจัดความชื้น โดยที่เทอร์โมสตัททำหน้าที่ ควบคุมอุณหภูมิให้

คงที่ เพื่อให้กระบวนการอบแห้งเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและป้องกันความเสียหายของวัตถุดิบจากความร้อนสูงเกินไป

2. ด้านการประยุกต์ใช้ GOGO Board ในการควบคุม

การประยุกต์ใช้ GOGO Board ในการพัฒนาโปรแกรมควบคุมถือเป็นความสำเร็จที่สำคัญที่แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการสร้าง ระบบอัตโนมัติ สำหรับการจัดการกระบวนการย่อยและอบแห้ง โดย GOGO Board ทำหน้าที่เป็น สมอกล ที่สั่งการอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ได้ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ ความแม่นยำในการตั้งค่าพารามิเตอร์ การกำหนดพารามิเตอร์การทำงานอย่างชัดเจน เช่น รอบการปั่นย่อย 5 นาที เพียงพอสำหรับการลดขนาดเบื้องต้น รอบการปั่นกวนทุก 2 นาที การกวนเป็นระยะมีความสำคัญมาก เพราะช่วยให้วัตถุดิบสัมผัสกับความร้อนอย่างสม่ำเสมอ และป้องกันไม่ให้เกิดชั้นความชื้นสะสมที่ผิวหน้าของวัสดุซึ่งจะขัดขวางการระเหยของน้ำ ระยะเวลาทำงาน ขึ้นอยู่กับค่าความชื้นที่กำหนดไว้ที่ 200 % เป็นการกำหนดรอบการทำงานที่ชัดเจนเพื่อประเมินประสิทธิภาพภายใต้เงื่อนไขควบคุม GOGO Board สามารถควบคุมการทำงานของเทอร์โมสตัทและมอเตอร์กวนได้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งเป็นการยืนยันว่าระบบควบคุมที่ออกแบบมานั้นทำงานได้อย่างถูกต้องตามที่กำหนด

3. ด้านการทดสอบประสิทธิภาพในการลดความชื้น

จากการทดสอบทั้ง 2 ครั้ง แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ที่ชัดเจนว่า ประสิทธิภาพในการลดความชื้นมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ลดอยู่ในเกณฑ์ใกล้เคียงกัน ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและเวลา คือยิ่งน้ำหนักมาก ระยะเวลาที่ใช้ในการทำให้แห้งจะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การทดสอบประสิทธิภาพในการลดความชื้น

การทดสอบ	อุณหภูมิ (°C)	วัตถุดิบเริ่มต้น (g)	เปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ลดได้ (%)	เวลาที่ใช้
ครั้งที่ 1	175	1,000	56	40 นาที
		1,500	52	1 ชั่วโมง 25 นาที
		2,000	55.5	1 ชั่วโมง 45 นาที
ครั้งที่ 2	225	1,000	68	30 นาที
		1,500	67.33	1 ชั่วโมง 10 นาที
		2,000	69	1 ชั่วโมง 35 นาที

จากการศึกษาประสิทธิภาพการลดความชื้นของวัตถุดิบที่ระดับอุณหภูมิ 175 องศาเซลเซียส และ 225 องศาเซลเซียส โดยน้ำหนักวัตถุดิบเริ่มต้นที่ 1,000, 1,500 และ 2,000 กรัม สามารถสรุปผลได้ดังนี้การเพิ่มอุณหภูมิจาก 175 องศาเซลเซียส เป็น 225 องศาเซลเซียส ส่งผลให้ประสิทธิภาพการลดความชื้นโดยรวมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยสามารถเพิ่มเปอร์เซ็นต์การลดความชื้นจากระดับ 52.00–56.00% ขึ้นไปอยู่ในระดับ 67.33–69.00% ในทุกชุดการทดลอง อีกทั้งยังช่วยลดระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินการลงได้ประมาณ 10–25 นาที ต่อหน่วยน้ำหนัก

โดยปริมาณวัตถุดิบเริ่มต้นส่งผลโดยตรงต่อระยะเวลาที่ใช้ในการลดความชื้น พบว่าเมื่อปริมาณวัตถุดิบเพิ่มขึ้น ระยะเวลาที่ใช้จะเพิ่มขึ้น

ซึ่งผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องย่อยเอนกประสงค์อบแห้งในการลดความชื้นสอดคล้องกับ คุณเกรียงไกร แซมสีม่วง และคณะ ผลการทดลองดังกล่าวมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ เกรียงไกร แซมสีม่วง และคณะ (2565) ที่อธิบายว่าอุณหภูมิเป็นปัจจัยหลักในการเพิ่มพลังงานจลน์ให้กับโมเลกุลน้ำ ส่งผลให้ประสิทธิภาพ การแพร่ความชื้นสูงขึ้น และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ วรัญญู แสงนิล และคณะ ที่ชี้ให้เห็นว่าภาระของวัตถุดิบ (Mass Loading) ที่เพิ่มขึ้นจะเป็นตัวแปรสำคัญที่ทำให้ระยะเวลาการอบแห้งยาวนานขึ้นเนื่องจากข้อจำกัดในการ ถ่ายเทความร้อนและมวลสาร

สรุปโดยรวมแล้ว เครื่องย่อยเอนกประสงค์อบแห้งที่พัฒนาขึ้นได้บรรลุวัตถุประสงค์ทั้งสามด้าน และแสดงให้เห็นถึงศักยภาพในการลดความชื้นและลดปริมาณของวัสดุอินทรีย์ โดยมีอุณหภูมิเป็นปัจจัยหลักในการเพิ่ม ประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะ

1. มีการใช้เซ็นเซอร์วัดความชื้น และให้ GOGO Board ในการควบคุม ความชื้นที่ต้องการ เพื่อทำงานสั่ง หยุดการทำงานของเครื่องย่อยเศษอาหารอบแห้ง
2. การใช้ AI เข้ามาช่วยในการตรวจจับวัตถุต้องห้ามที่จะใส่เข้าไปในเครื่องย่อย เช่น กระดูกชิ้นใหญ่และแข็ง
3. ปรับปรุงความเสถียรของเครื่อง

9. เอกสารอ้างอิงตามหลักวิชาการ

คุณเกรียงไกร แซมสีม่วง และคณะ . (2562).)อิทธิพลของอุณหภูมิและความเร็วลมต่อการอบแห้งเมล็ดโกโก้แบบลม ร้อน. วารสารสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย (Thai Society of Agricultural Engineering Journal).

กองส่งเสริมและประสานเพื่อประโยชน์ทาง ววน. (วช.). (2567). โครงการต้นน้ำอัตโนมัติ ที่ควบคุมด้วย GOGO Board (โครงการที่ได้รับทุนสนับสนุน). มุลนิธิเทคโนโลยีสารสนเทศตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพ รัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี.

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTE). 2561. คู่มือการใช้งาน $\text{\textit{GOGO Board}}$ และการควบคุม Input Output. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (NSTDA).

ภูวนัย ปาละคาเสน. (2564). การพัฒนาเครื่องอบแห้งแบบมัสท์โฟลว์สำหรับเมล็ดพันธุ์ข้าว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท , มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

โครงการ ต้นน้ำอัตโนมัติ. (2567). เสนอต่อ มูลนิธิเทคโนโลยีสารสนเทศตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี.

มานพ เกียรติสกุล และคณะ. (2563). การศึกษาจลนพลศาสตร์การอบแห้งขยะอินทรีย์จากมูลฝอยชุมชน. วารสาร วิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อม, 12(3), 50-65.

ปัทมา พากุล, ภูเบศร์ พิพิธิธิ์รณการ และปิยวดี ยาบุขดี. (2566) การพัฒนาเครื่องหมักปุ๋ยแบบหมุนอัตโนมัติ. *การประชุมวิชาการและการนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ครั้งที่ 10 และระดับนานาชาติครั้งที่ 8*. มหาวิทยาลัย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, จังหวัดขอนแก่น. หน้า 507-517.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (KMUTT). (2560). เอกสารประกอบการสอนวิชาอิเล็กทรอนิกส์พื้นฐาน: วงจรขับโหลดสูง (Relay/SSR). คณะวิศวกรรมศาสตร์.